

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年10 月14 日 (14.10.2004)

PCT

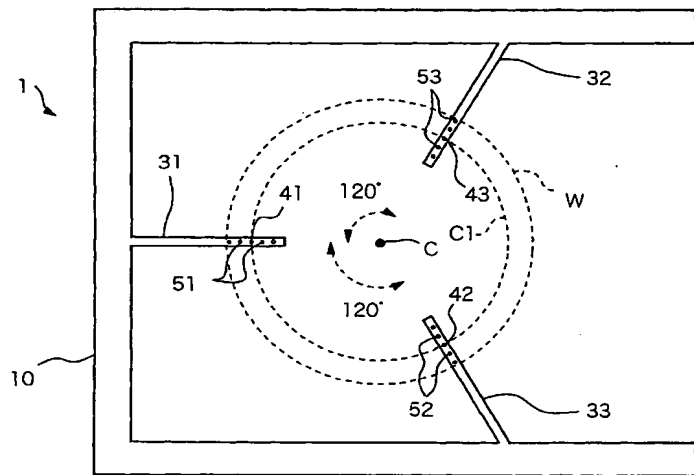
(10) 国際公開番号
WO 2004/088744 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 21/68, 21/22, 21/324 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004508 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中田 嘉信
(22) 国際出願日: 2004 年3 月30 日 (30.03.2004) (NAKADA, Yoshinobu) [JP/JP]; 〒105-8634 東京都 港区
(25) 国際出願の言語: 日本語 芝浦一丁目2番1号三菱住友シリコン株式会社
(26) 国際公開の言語: 日本語 内 Tokyo (JP). 白木 弘幸 (SHIRAKI, Hiroyuki) [JP/JP];
(30) 優先権データ: 〒105-8634 東京都 港区 芝浦一丁目2番1号三菱住友シリコン株式会社内 Tokyo (JP). 長谷川 健
特願2003-97365 2003 年3 月31 日 (31.03.2003) JP (HASEGAWA, Takeshi) [JP/JP]; 〒105-8634 東京都 港区
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱 芝浦一丁目2番1号 Tokyo (JP). 長谷川 健
住友シリコン株式会社 (SUMITOMO MITSUBISHI SILICON CORPORATION) [JP/JP]; 〒105-8634 東京
(74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒
都 港区 芝浦一丁目2番1号 Tokyo (JP). 104-8453 東京都 中央区 八重洲2丁目3番1号 Tokyo
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,

[続葉有]

(54) Title: SILICON WAFER HEAT TREATMENT JIG, AND SILICON WAFER HEAT TREATMENT METHOD

(54) 発明の名称: シリコンウェーハ熱処理治具およびシリコンウェーハ熱処理方法



(57) Abstract: In a silicon wafer heat treatment jig and method, three support arms spaced apart from each other and projecting from a support frame toward a center point have support projections on their upper sides. When a silicon wafer is placed on the support projections and heat-treated in a treating furnace, all the support projections are positioned on the same circumference of the wafer and within a region of 85-99.5% of the radius of the silicon wafer as seen radially outward, individual support arms forming an angle of 120° with respect to the center point. As a result, the transformation free depth starting from a pin site is made greater than in the device-forming region, and the slip-free region with no slip on such wafer surface is made widest.

(57) 要約: このシリコンウェーハ熱処理治具および方法は、支持枠から互いに間隔をあけて中心点に向けて突出する3つの支持腕部の上側に支持突起を有し、シリコンウェーハを前記支持突起の上に載せて処理炉内で熱処理する際、支持突起の全てがシリコ

[続葉有]



BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

ンウェーハの同一円周上でシリコンウェーハ半径の外側方向85~99.5%の範囲内に位置し、各支持腕部がそれぞれ中心点に対して120°の角を為すように配置されることで、ピン跡から入る転位のフリー深さをデバイス形成領域より深くするとともに、このようなウェーハ表面にスリップがないスリップフリー領域を最も広くする。

1

明 細 書

シリコンウェーハ熱処理治具およびシリコンウェーハ熱処理方法

技術分野

本発明は、ウェーハ熱処理治具およびウェーハ熱処理方法に係り、特に、RTA等に用いて好適な技術に関する。

本願は、2003年3月31日に出願された特願2003-097365号に対し優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

従来、シリコンウェーハを急速加熱した後に急速冷却する熱処理装置として、ハロゲンランプを熱源とした急速加熱装置（RTA）が知られている。急速加熱装置の炉内には、熱処理中におけるシリコンウェーハの姿勢を水平に保つために、例えば特許文献1の図3（a）に示すようにリング状のウェーハホルダ100が搭載されている。

また、特許文献2に示すように、複数点で支持するタイプのウェーハホルダも知られている。

しかしウェーハを水平に支持して熱処理をした場合、スリップ転位が発生し、歩留りが低下する問題点があった。スリップ転位が発生する原因としては、ウェーハの支持した部分にウェーハ自体の自重が付加されるので、熱処理時に起きるウェーハの反りや熱膨張の差によりウェーハと突起との間に滑り摩擦を生じたり、ウェーハの自重の集中する部分に歪みを生じたりするため、その各支持突起により支持された部分にスリップ転位が生じるものと考えられている。

従来のウェーハホルダにあっては、いずれも、スリップ発生の低減を図っているが、特許文献2においてはオリエンテーションフラットの存在に起因するスリップ転位低減を目的としている。

また、オリエンテーションフラットのないウェーハにおいては、非特許文献1

に示したように、複数点支持のウェーハホルダでのウェーハ支持位置に関する内容として、ウェーハの半径方向80～85%の位置に支持ポイントを位置することがスリップ低減には好ましいと記載されている。

特許文献1：特開2002-134593号公報

特許文献2：特開2002-170865号公報

非特許文献1：

Takeda, R. et. al J. Electrochem. Soc., Vol. 144, No. 10, October (1997) pp. L280-L282

しかし、オリエンテーションフラットのないウェーハにおいても、このようなシリコンウェーハを急速加熱装置のウェーハホルダ上に載置し、1000℃以上の炉内温度で急速加熱すると、ウェーハにスリップが発生するが、これをさらに低減したいという要求が依然としてあった。

発明の開示

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、ピン跡から入る転位のフリー深さをデバイス形成領域より深くするとともに、このようなウェーハ表面にスリップがないスリップフリー領域を最も広くするためのウェーハ熱処理治具および熱処理方法を提供するという目的を達成しようとするものである。

本発明のシリコンウェーハ熱処理方法は、シリコンウェーハを処理炉内で熱処理するときのシリコンウェーハ熱処理方法において、

シリコンウェーハを、該シリコンウェーハ半径の外側方向85～99.5%の範囲内に位置する3つの支持位置により支持することにより上記課題を解決した。

本発明のシリコンウェーハ熱処理方法は、支持枠から互いに間隔をあけて中心点に向けて突出する3つの支持腕部を有し、かつ、それぞれの支持腕部の上側にむけて突出する支持突起を有し、シリコンウェーハを前記支持突起の上に載せて処理炉内で熱処理するときのシリコンウェーハ熱処理用3点支持具によるシリコンウェーハ熱処理方法において、

3

前記支持突起の全てがシリコンウェーハの同一円周上に位置するとき、前記支持突起の全てがシリコンウェーハ半径の外側方向 85～99.5% の範囲内に位置し、前記各支持腕部がそれぞれ中心点に対して 120° の角を為すように配置されることにより上記課題を解決した。

本発明のシリコンウェーハ熱処理治具は、支持枠と、
該支持枠から互いに間隔をあけて中心点に向けて突出する 3 つの支持腕部と、
それぞれの支持腕部の上側にむけて突出する支持突起とが設けられ、
前記各支持腕部がそれぞれ中心点に対して 120° の角を為すように配置され、
前記支持突起の全てが、前記中心点からの同一円周上に位置し、かつ、シリコンウェーハ半径の外側方向 85～99.5% の範囲内に位置するよう設定可能とされることにより上記課題を解決した。

本発明において、前記支持突起が、前記支持腕部に固定位置設定可能に固定されてなることが望ましい。

また、本発明のウェーハは上記のウェーハ熱処理方法によって熱処理されることができる。

本発明のシリコンウェーハ熱処理方法は、シリコンウェーハ支持位置の全てがそれぞれ中心点に対して 120° の角を為すように配置され、かつ、シリコンウェーハ半径の外側方向 85～99.5% の範囲内に設定されることで、支持突起が当接していたことに起因するウェーハ裏面からスリップ転位の長さが、ウェーハ表面のデバイス形成領域に影響を与えない程度までした成長しないように十分に短く設定することが可能となる。

これにより、デバイス形成領域におけるスリップ転位発生を低下して、ウェーハの歩留りが低下することを防止できる。

ここで、支持突起の位置をシリコンウェーハ半径の外側方向 85% より内側に位置した場合には、デバイスメーカーが基板作製のために使用するウェーハ内側に複数の支持突起との接触傷が形成されてしまうため歩留まりが低下するとともに、支持枠から互いに間隔をあけて中心点に向けて突出する 3 つの支持腕部を有

するタイプの場合には、腕が長くなり、水平状態を保てなくなり、また、長時間の使用とともに支持腕部の変形が大きくなりさらに水平を保てなくなる。このため、面内荷重バランスが崩れ、特定の支持特記でのスリップが大きくなるため好ましくなく、支持突起の位置をシリコンウェーハ半径の外側方向99.5%より外側に位置した場合には、ウェーハを載せる場合、マージンがないためにうまく載置できない場合がある。また、エッジの部分で指示した場合にはエッジにスリップが入りウェーハが割れやすくなるため好ましくない。

また、支持突起の全てが位置するシリコンウェーハの同一円周上における支持突起の位置に対する中心角が120°以外に設定された場合には、ウェーハ支持位置が120°間隔でなくなるため、各支持位置における荷重バランスが崩れ、特定の指示位置への荷重が大きくなり、その点ではスリップ転位長さが長くなり、表面までスリップ転位が突き抜ける場合がある。また、面内の荷重バランスが悪いため、ウェーハ支持間隔が120°より大きくなった場合には、ウェーハ支持間隔が広い方にウェーハが傾いたり落ちたりする可能性があるため好ましくない。

本発明のシリコンウェーハ熱処理治具は、支持枠から互いに120°の角を為すように間隔をあけて中心点に向けて突出する3つの第1、第2および第3支持腕部の上側に支持突起が設けられ、それぞれの支持突起が、前記中心点からの同一円周上に位置するとともに、シリコンウェーハ半径の外側方向85~99.5%の範囲内に位置するよう設定可能とされることで、全てのシリコンウェーハ支持位置を、それぞれ中心点に対して120°の角を為しかつシリコンウェーハ半径の外側方向85~99.5%の範囲内に位置することができるので、支持突起が当接していたことに起因するスリップ転位の長さを、ウェーハ表面のデバイス形成領域に影響を与えない程度の長さになるよう充分に短く設定することが可能となる。

本発明において、前記支持突起が、前記支持腕部に固定位置設定可能に固定されてなることにより、ウェーハの径寸法、厚さ寸法、硬度・応力特性、熱特性等

に対応して、ウェーハ支持位置を設定して、支持突起が当接していたことに起因するスリップ転位の長さを、ウェーハ表面のデバイス形成領域に影響を与えない程度の長さになるよう十分に短く設定することが可能となる。

具体的には、支持腕部の所定の位置に設けられた固定穴に対して支持突起を嵌合して固定する構成などが可能である。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明に係るシリコンウェーハ熱処理治具の一実施形態を示す平面図である。

図 2 は、図 1 の支持腕部を示す拡大側面図である。

図 3 は、本発明に係るシリコンウェーハ熱処理方法および熱処理治具の一実施形態を示す模式平面図である。

図 4 は、熱処理炉の断面図である。

図 5 は、本発明の実施形態における支持突起位置（ピン位置）とスリップ全長との関係を示すグラフである。

図 6 は、本発明の実施例にかかる支持位置 70 % におけるウェーハ表面の状態を示す画像である。

図 7 は、本発明の実施例にかかる支持位置 97 % におけるウェーハ表面の状態を示す画像である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係るシリコンウェーハ熱処理治具およびシリコンウェーハ熱処理方法の一実施形態を、図面に基づいて説明する。

図 1 は、本実施形態におけるシリコンウェーハ熱処理治具を示す平面図、図 2 は本実施形態の支持腕部を示す側面図、図 3 は本実施形態の支持突起とシリコンウェーハとの位置関係を示す模式平面図である。

図において、符号 1 はシリコンウェーハ熱処理治具、10 は支持枠である。

まず本実施形態は、直径が 150～400 mm、好ましくは 200～300 mm

でオリエンテーションフラットを持たないシリコンウェーハに適することができる。

本実施形態のシリコンウェーハ熱処理治具 1 は、図 1、図 2 に示すように、それぞれが略直交する辺を有する平面視してコ字状の支持枠 10 と、この支持枠 10 の開口部分に対向する辺の中央に第 1 支持腕部 31 が設けられ、支持枠 10 におけるそれ以外の辺に第 2、第 3 支持腕部 32、33 が設けられている。

これら第 1、第 2、第 3 支持腕部 31、32、33 は、いずれも、支持枠 10 と一体に形成されており、これら支持枠 10 と支持腕部 31、32、33 は石英又は SiC により形成されるか、または SiC の表面をポリシリコンで被覆して形成される。このうち石英が耐熱性を有し、かつ汚染源になり難いため材質として好ましい。

支持腕部 31、32、33 は、支持枠 10 を含んだ同一平面上に位置し、いずれも支持枠 10 のほぼ中心位置である中心点 C に向かうように支持枠 10 から内側に突出され、この中心点 C に対して支持腕部 31、32、33 は互いに 120° の角を為すように間隔をあけて設けられている。つまり、第 2、第 3 支持腕部 32、33 は、その基端において支持枠 10 の辺と 120° (60°) を為すように儲けられている。

これら支持腕部 31、32、33 の上側にはそれぞれ支持突起 41、42、43 が設けられ、それぞれの支持突起 41、42、43 が、中心点 C からの同一円周 C1 上に位置するとともに、シリコンウェーハ W 半径 R の外側方向 85～99.5% の範囲内に位置するよう設定可能とされている。

ここで、支持突起 41、42、43 の位置（ピン位置）がシリコンウェーハ W 半径 R の外側方向 85～99.5% の範囲とは、図 3 に示すように、シリコンウェーハ W の半径 R に対し、中心 C からの距離を r とする円周 C1 上に位置するときを $r/R \times 100$ (%) の位置といい、この $r/R \times 100$ の値が上記の範囲にあるように、 r_0 から r_1 の範囲に位置するということである。

具体的には、支持突起 4 1, 4 2, 4 3 は、図 2 に示すように、それぞれ支持腕部 3 1, 3 2, 3 3 の延在する方向に複数設けられた固定穴 5 1, 5 2, 5 3 に嵌合することで、固定位置設定可能とされている。

支持腕部 3 1 においては、複数の固定穴 5 1, 5 1 はこれらの間隔 k が等しく設けられており、支持腕部 3 2 における固定穴 5 2, 5 2、および支持腕部 3 3 における固定穴 5 3, 5 3 も同様の構成となっている。

支持突起 4 1, 4 2, 4 3 は、石英又は SiC により形成されるか、又は SiC の表面をポリシリコンで被覆して形成される。このうち石英が耐熱性を有し、かつ汚染源になり難いため材質として好ましい。

これら支持突起 4 1, 4 2, 4 3 は、中心点 C に対して同一円周 $C 1$ 上に位置するように設定されるとともに、図 3 に示すように、シリコンウェーハ W を載置した際に、この円周 $C 1$ の半径 r が、ウェーハ W の半径 R に対して $85 \sim 99.5\%$ の範囲内に位置するように設定される。このとき、ウェーハ W は、その中心を中心点 C と一致するように載置される。

同時に、固定穴 5 1, 5 2, 5 3 のそれぞれの間隔 k は、 r/W の 5% 程度の値に設定される。なお、図においては 85% より内側にも固定穴 5 1 を設けてあるように記載されているが、これはサイズの異なるシリコンウェーハ W に対応する等の場合に適応可能とするものであり設けないことも可能である。

ここで、支持突起の位置をシリコンウェーハ半径の外側方向 85% より内側に位置した場合には、デバイスメーカーが基板作製のために使用するウェーハ内側に複数の支持突起との接触傷が形成されてしまうため歩留まりが低下するとともに、支持枠から互いに間隔をあけて中心点に向けて突出する 3 つの支持腕部を有するタイプの場合には、腕が長くなり、水平状態を保てなくなり、また、長時間の使用とともに支持腕部の変形が大きくなりさらに水平を保てなくなる。このため、面内荷重バランスが崩れ、特定の支持特記でのスリップが大きくなるため好ましくなく、支持突起の位置をシリコンウェーハ半径の外側方向 99.5% より

外側に位置した場合には、ウェーハを載せる場合、マージンがないためにうまく載置できない場合がある。また、エッジの部分で指示した場合にはエッジにスリップが入りウェーハが割れやすくなるため好ましくない。

本実施形態のシリコンウェーハ熱処理治具 1 は、図 3 に示すように、支持突起 4 1, 4 2, 4 3 がそれぞれウェーハ中心点 C に対する同一円周 C 1 上に位置するようにウェーハ W を支持突起 4 1, 4 2, 4 3 の上に載せてウェーハ W を治具 1 に水平に支持した後、このシリコンウェーハ熱処理治具 1 を図 4 に示すような処理炉 2 0 内に搬送してウェーハに熱処理を施す。このようにシリコンウェーハを 3 シリコンウェーハ熱処理治具 1 に配置すると、熱処理を施しても表面に発生するスリップ転位を低減することができる。なお、図 4 中の 2 1 は加熱ランプ、2 2 はパイロメータをそれぞれ示す。

なお、本実施の形態では熱処理炉に枚葉式の熱処理炉を用いたが、複数枚処理できる縦型熱処理炉におけるラダーポート等の配置方法にも適応できる。

また、各支持腕部における支持突起どうしの間隔も上記のように r/R の 5 % 刻みではなくて、他の値にすることも可能であり、また等間隔ではない値に設定することも可能である。

実施例

次に本発明の実施例を説明する。

<実施例>

直径 200 mm ϕ 、厚さ 0.725 mm のオリエンテーションフラットを有さない（ノッチタイプの）シリコンウェーハを用意した。

また、図 1, 図 3 に示す支持突起 4 1, 4 2, 4 3 の全てが上記ウェーハ W の中心と同一の中心 C を有し半径 r の同一円周 C 1 上に位置するようにし、かつ上記ウェーハ W の半径 R に対して r/R の値が、5 % ごとに 65 ~ 90 % の範囲お

よび 97% に位置するように調整した。このように配置したそれぞれのシリコンウェーハ熱処理治具 1 の支持突起の上に載せてウェーハ W を水平状態に支持した。このウェーハを載せたシリコンウェーハ熱処理治具 1 を図 4 に示す処理炉 20 内に入れ、炉内温度 1250℃、10 sec の条件でウェーハ W を熱処理した。

<比較評価>

このように裏面側で支持した状態で RTA 処理後、表面側に Secco エッチングをおこなったシリコンウェーハにおいて、デバイス形成領域である表面に発生したスリップ転位を観察した。もし、転位がウェーハ表面まで達していなければ Secco エッチングで転位ピットは見えないはずである。その結果のうち、 r/R の値が 70% のものを図 6 に、97% のものを図 7 に示す。

ここで、支持突起位置（ピン位置）70% の図 6 において、画像に引いてある線は、転位位置を示す点に対して、これらの間隔が最長となるようにそれぞれのスリップに対して引いたもので、この直線の長さをスリップ長として測定した。

次いで、図 6 に示すようなスリップ長の累積長（和）を各ウェーハごとに求めた。その結果を図 5 に示す。なお、この値は同一の支持突起位置（ピン位置）に対し、複数のウェーハにおける結果の平均を取ったものである。

<結果>

図 5 に示す結果から、支持突起位置（ピン位置）が、ウェーハ半径に対して、85% より大きいと、スリップ全長が 7 mm 程度以下となり、实际的にデバイス形成特性に影響のない程度までウェーハの歩留まりを向上することができることがわかる。

特に、95% 以上、より好ましくは 97% 程度では、図 7 に示すようにスリップ転位が表面に現れておらず、極めて、特性のよいウェーハを製造することが可能となる。

本発明のシリコンウェーハ熱処理方法および熱処理治具によれば、シリコンウェーハ支持位置の全てがそれぞれ中心点に対して 120° の角を為すように配置され、かつ、シリコンウェーハ半径の外側方向 $85\sim99.5\%$ の範囲内に設定されることで、支持突起が当接していたことに起因するスリップ転位の長さが、ウェーハ表面のデバイス形成領域に影響を与えない程度までしか成長しないように十分に短く設定することが可能となるため、デバイス形成領域におけるスリップ転位発生を低下して、ウェーハの歩留りが低下することを防止できるという効果を奏することができる。

請求の範囲

1. シリコンウェーハを処理炉内で熱処理するときのシリコンウェーハ熱処理方法において、

シリコンウェーハを、該シリコンウェーハ半径の外側方向85～99.5%の範囲内に位置する3つの支持位置により支持することを特徴とするシリコンウェーハ熱処理方法。

2. 支持枠から互いに間隔をあけて中心点に向けて突出する3つの支持腕部を有し、かつ、それぞれの支持腕部の上側にむけて突出する支持突起を有し、シリコンウェーハを前記支持突起の上に載せて処理炉内で熱処理するときのシリコンウェーハ熱処理用3点支持具によるシリコンウェーハ熱処理方法において、

前記支持突起の全てがシリコンウェーハの同一円周上に位置するとき、前記支持突起の全てがシリコンウェーハ半径の外側方向85～99.5%の範囲内に位置し、前記各支持腕部がそれぞれ中心点に対して120°の角を為すように配置されることを特徴とするシリコンウェーハ熱処理方法。

3. 支持枠と、

該支持枠から互いに間隔をあけて中心点に向けて突出する3つの支持腕部と、
それぞれの支持腕部の上側にむけて突出する支持突起とが設けられ、

前記各支持腕部がそれぞれ中心点に対して120°の角を為すように配置され、
前記支持突起の全てが、前記中心点からの同一円周上に位置し、かつ、シリコンウェーハ半径の外側方向85～99.5%の範囲内に位置するよう設定可能とされることを特徴とするシリコンウェーハ熱処理治具。

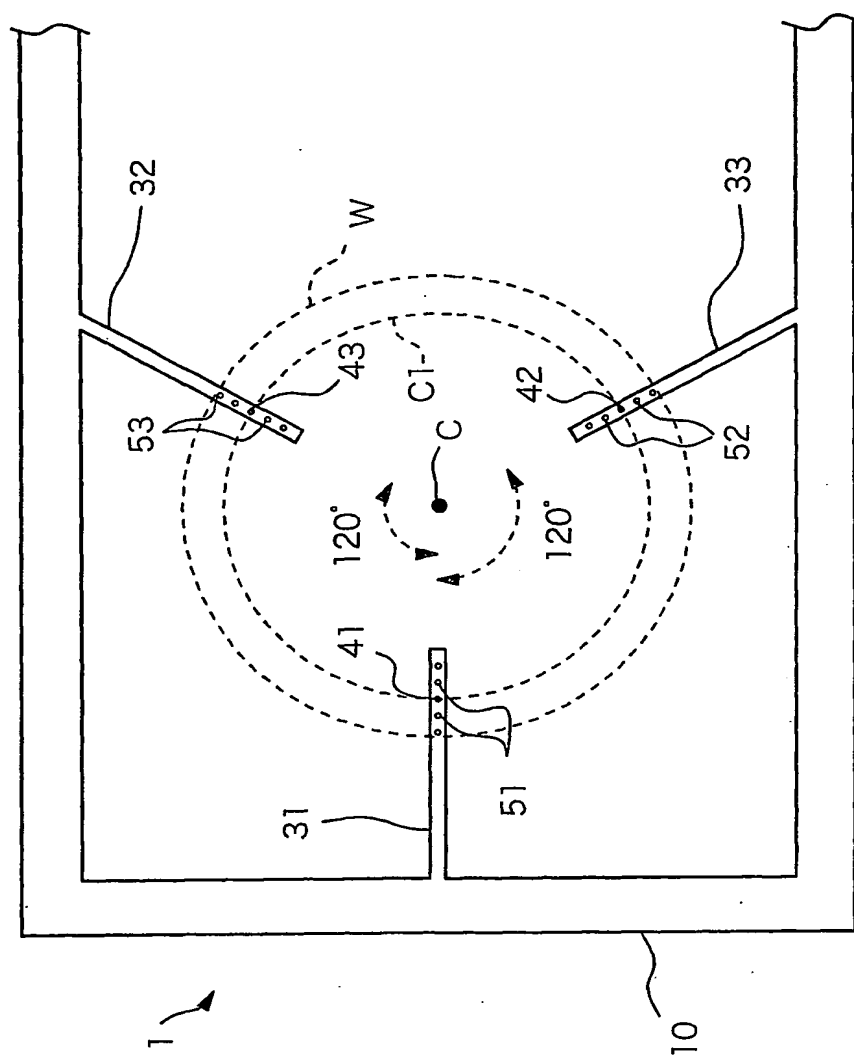
4. 前記支持突起が、前記支持腕部に固定位置設定可能に固定されてなることを特徴とする請求項2記載のシリコンウェーハ熱処理治具。

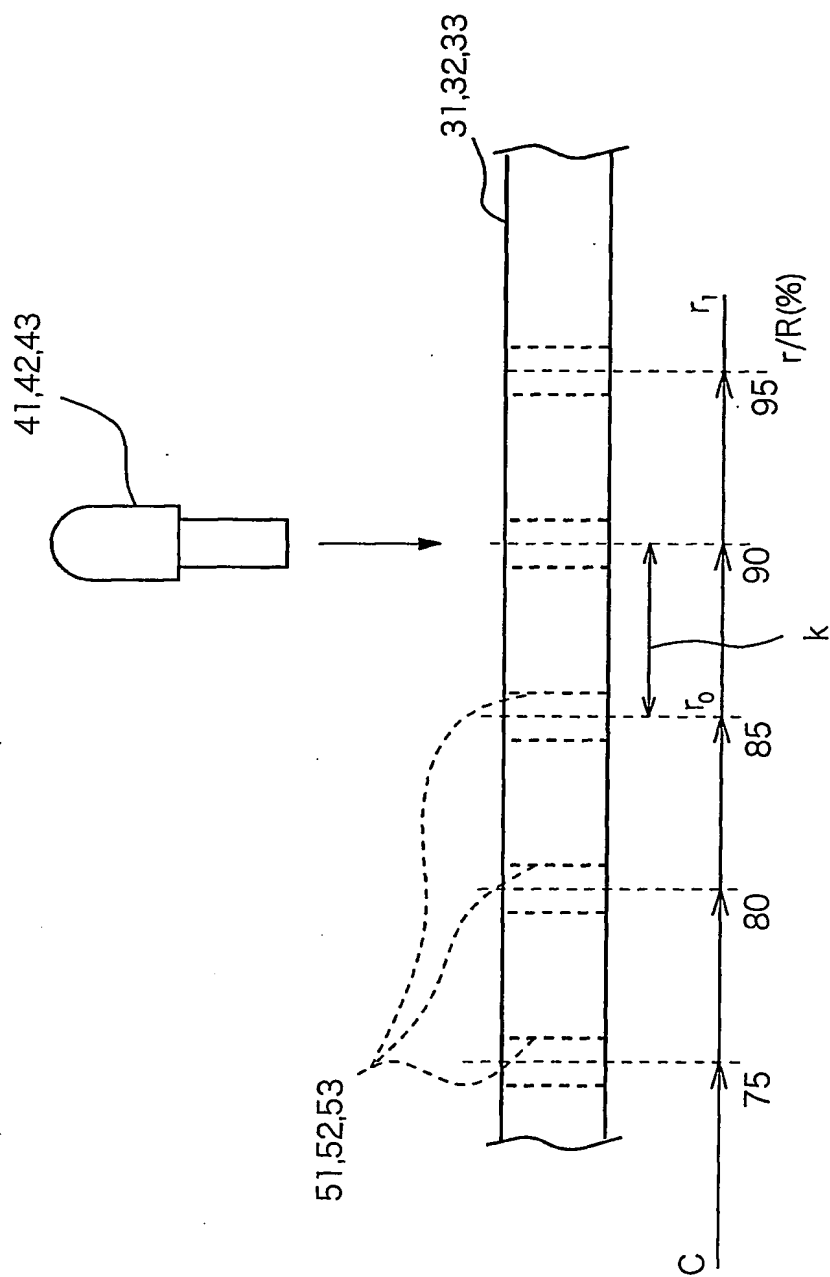
5. 請求項1または2記載のウェーハ熱処理方法によって熱処理されたことを

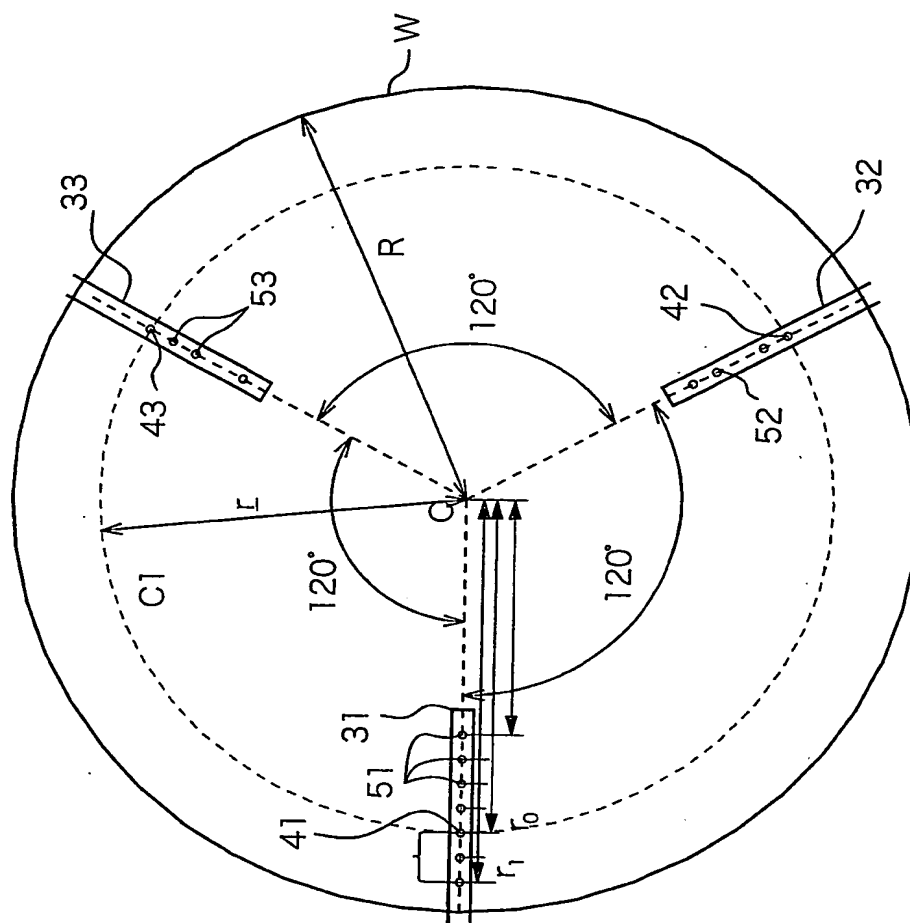
特徴とするウェーハ。

1/7

図 1

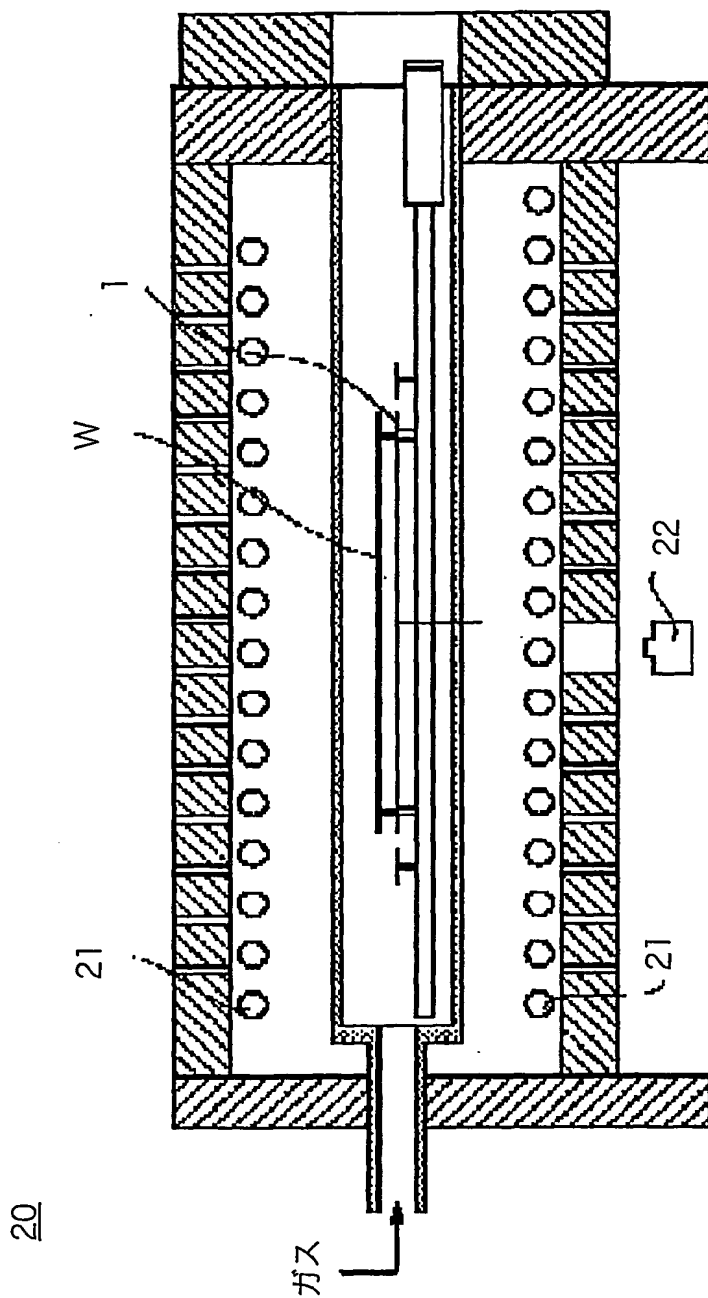






4/7

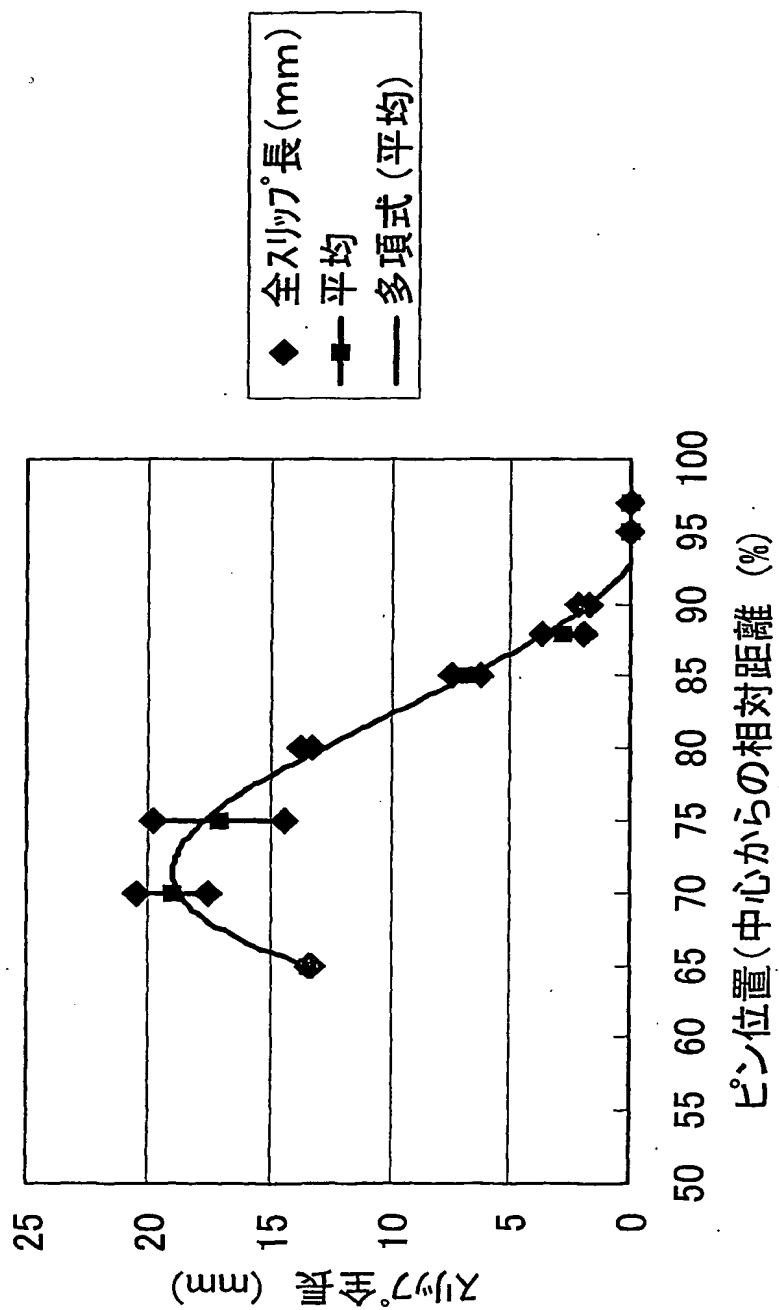
図 4



20

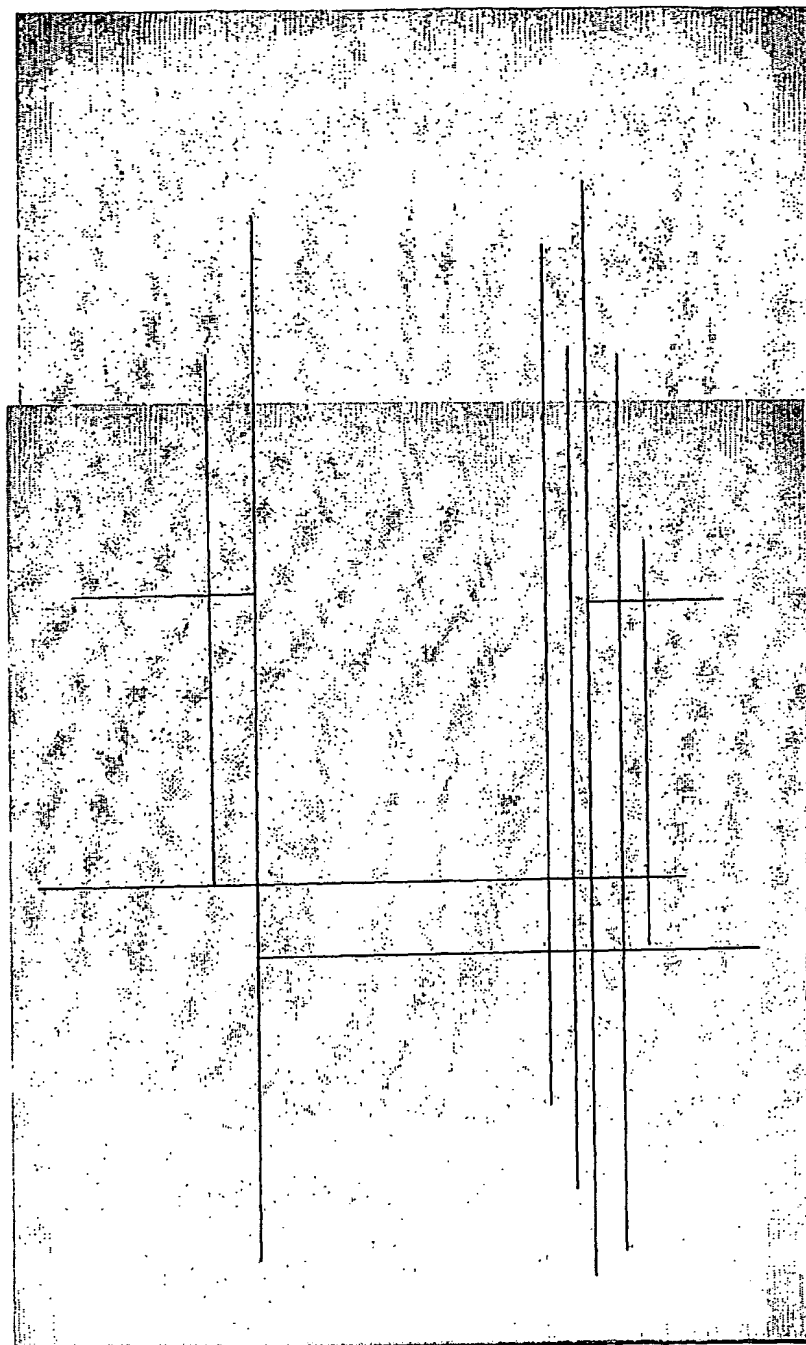
5/7

図 5



6/7

図 6

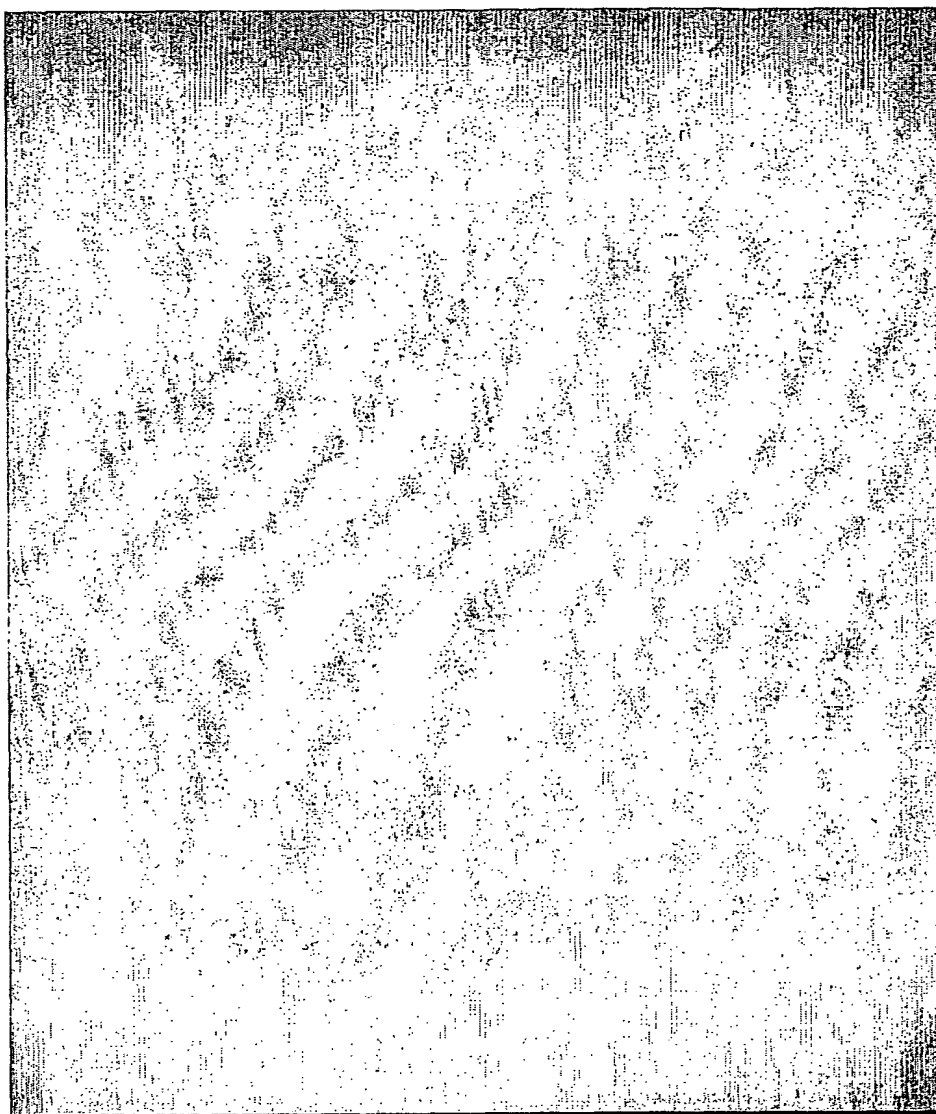


1mm

BEST AVAILABLE COPY

7/7

図 7



1mm

